

26 (1-4): 71-77, Junio 1985

## CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE *CHAETOMORPHA AEREA* (DILLWYN) KUTZING (CLADOPHORALES, CHLOROPHYTA)<sup>1</sup>

EUGENIA SAR<sup>2</sup>*Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Paseo del Bosque, 1900 La Plata, Argentina.*

**ABSTRACT:** *Contribution to the knowledge of Chaetomorpha aerea (Dillwyn) Kützinger (Cladophorales, Chlorophyta). Chaetomorpha aerea from the rocky shores of Mar del Plata (Prov. Buenos Aires, Rep. Argentina) was cultured in laboratory. Morphological and cytological studies were made. The chromosome number (n = 10) was found. Reproduction, accomplished by biflagellate swimmers with direct development, was observed.*

### INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la morfología, citología y biología de *Chaetomorpha aerea*. Esta especie ha sido objeto de numerosas y variadas confusiones taxonómicas debido al empleo de caracteres diagnósticos inadecuados para su identificación. Kornmann (1969) señala la urgente necesidad de reemplazarlos por caracteres biológicos claramente definidos y plantea la conveniencia de realizar trabajos de investigación sobre esta base, en diferentes áreas geográficas, apuntando a una profunda revisión del género.

### MATERIAL Y METODOS

El material sobre el cual se llevó a cabo el presente estudio fue colectado en diversos puntos de la costa de Mar del Plata (Prov. Buenos Aires, Rep. Argentina). Los muestreos fueron realizados periódicamente en Punta Canteras, Punta Piedras, Cabo Corrientes y Playa Grande.

Parte del material recogido fue mantenido en vivo y otra parte fue fijada en formol al 4% e incluida en la colección de la División Plantas Celulares de la Facultad de Ciencias Naturales (U.N.L.P.) bajo los números: 3099, 3103, 3104, 3117, 3118, 3122, 3123, 3124, 3126, 3127, 3133 y 3134.

De las muestras extraídas en cada campaña fueron seleccionadas al azar 30 plantas adultas con la célula basal ilesa. Sobre ellas se realizaron mediciones de largo y ancho celular a niveles fijados arbitrariamente a fin de mantener la constancia en cuanto a los mismos. Se consideraron: la célula basal, la cuarta célula por encima de ésta, la cuarta por debajo de la última célula de la región vegetativa del filamento y

<sup>1</sup> Investigación realizada con subsidios otorgados por SECYT y CONICET en cumplimiento de Beca de Perfeccionamiento (CIC).

<sup>2</sup> Jefe de Trabajos Prácticos de la cátedra Sistemática de Plantas Celulares.

el cuarto zoosporocisto a partir del ápice. De estos datos se obtuvieron promedios muestrales con sus respectivas desviaciones (S). La comparación estadística entre los valores correspondientes a cada campaña para cada uno de los caracteres considerados fue realizada usando análisis de varianza de una vía (Sokal y Rohlf 1973). Finalmente, los promedios y desviaciones que figuran en los resultados fueron obtenidos sobre la totalidad de los datos (n).

Los cultivos unialgales fueron iniciados a partir de porciones fértiles de filamentos libres de epífitos que se dispusieron sobre portaobjetos en cápsulas de Petri con medio Erdschreiber, a 8 y 18°C con un fotoperíodo de 8 hs. (condición de día corto), de 16 hs. (condición de día largo) y 12 hs. bajo una intensidad lumínica de alrededor de 1500 lux.

Los procesos de zoosporogénesis y zoosporulación fueron estimulados por cambios bruscos de temperatura. Las plantas se situaron en heladera a 4°C en oscuridad durante 12 hs. y luego fueron transferidas a cámaras de cultivo a 18°C bajo condición de día largo.

Para el estudio de la pared celular se utilizaron los métodos clásicos de puesta en evidencia de celulosa con lugol y  $\text{SO}_4\text{H}_2$  (Dop, 1928) y de sustancias pécticas con rojo de rutenio en solución acuosa al 0,001%. Para la tinción de flagelos se utilizó fucsina félica de Ziehl-Nielsen (Perrot 1980), para la observación de pirenoides y almidón se utilizó lugol y para la visualización de vacuolas se utilizaron soluciones acuosas de rojo neutro y azul de cresilo.

La tinción de cromosomas se realizó empleando la técnica descrita por Melander y Wingstrand (1953), con las modificaciones impuestas por Leonardi y Cáceres (en prensa).

Los recuentos cromosómicos fueron realizados sobre material proveniente del campo y del stock de cultivo.

## RESULTADOS

*Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützinger, 1849. Sp. Alg.: 379-380.

### *Morfología:*

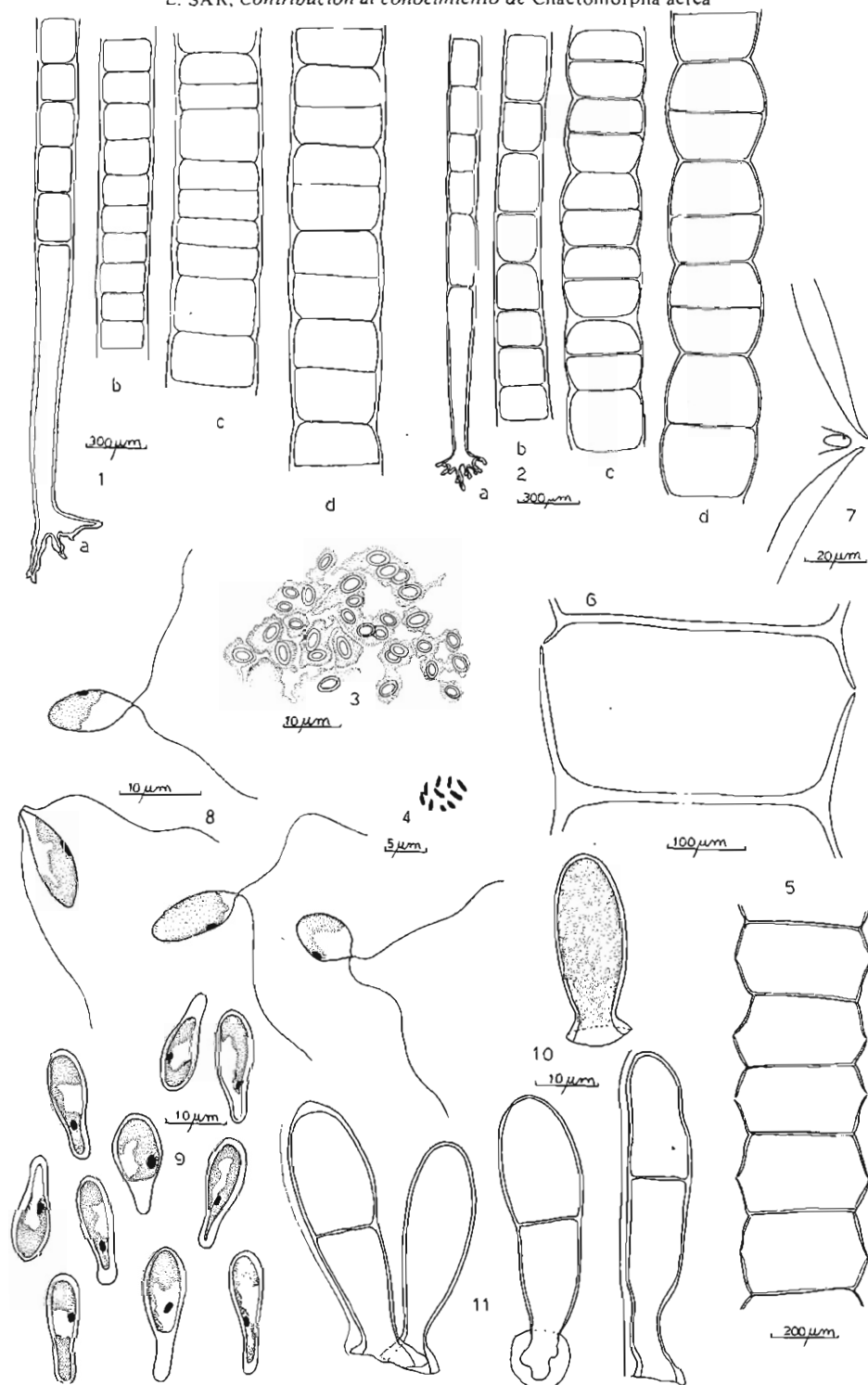
Las plantas tienen entre 5 y 35 cm de longitud y se encuentran aisladas o en mechones rectos, de color verde oscuro.

Los filamentos son simples, uniseriados, rígidos y ligeramente estrangulados a nivel de las paredes transversales de las células (lám. 1, figs. 1-2 c y d, lám. 2, fig. 1). Ellos están adheridos al sustrato por una célula basal alargada más o menos compleja (lám. 1, figs. 1 y 2 a), cuya longitud promedio es de 1237  $\mu\text{m}$  (S = 275, n = 193).

El diámetro celular en los filamentos adultos aumenta de la base hacia el ápice (lám. 1, figs. 1-2) por lo que se lo ha considerado separadamente en ambas regiones del talo. En la región basal el diámetro promedio es de 190  $\mu\text{m}$  (S = 46, n = 193) y en la región vegetativa superior de 331  $\mu\text{m}$  (S = 64, n = 193).

El largo celular promedio en la región basal es de 173  $\mu\text{m}$  (S = 56, n = 193) y en la región vegetativa superior de 234  $\mu\text{m}$  (S = 59, n = 193). Las divisiones celulares resultaron en células hermanas de igual longitud.

La relación largo/ancho promedio de las células es mayor en la porción basal del filamento, 1 (S = 0,31, n = 193), que en la región vegetativa superior, 0,73 (S = 0,19, n = 193). La pared celular es celulósico-péctica.



Lam. I.— 1 y 2: aspecto general de dos plantas adultas: a—célula basal del filamento; b—porción inferior, c—porción media y d—porción superior del talo. 3: aspecto de una porción del plástido reticulado, mostrando numerosos pirenoides. 4: placa metafásica mostrando 10 cromosomas. 5: porción fértil de un filamento. 6: zoosporocisto mostrando orificios de salida para las zoosporas. 7: detalle de la papila del zoosporocisto. 8: zoosporas biflageladas en vista lateral. 9: germinante de 2 días de edad. 10: juvenil de 7 días de edad. 11: juveniles de 15 días de edad.

### Citología:

Cada célula muestra un plástido reticulado parietal, una vacuola central y numerosas vacuolas periféricas. El cloroplasto, que en las células maduras puede presentarse fragmentado (lám. 1, fig. 3), porta numerosos pirenoides de estructura bilenticular. Las reservas están constituidas por gran cantidad de gránulos de almidón y pequeños glóbulos lipídicos.

Los numerosos núcleos de una misma célula sufren divisiones mitóticas ligeramente asincrónicas.

Los núcleos quiescentes son esféricos u ovoides de 2,5 a 3  $\mu\text{m}$  de diámetro ( $n = 60$ ). Cada uno de ellos posee un nucleolo muy cromófilo cuyo diámetro oscila entre 0,5 y 1  $\mu\text{m}$ . El recuento de cromosomas se realizó sobre núcleos en metafase (lám. 1, fig. 4) y dio como resultado  $n = 10$ .

### Reproducción:

*Zoosporocistos y zoosporas directas:* Los zoosporocistos tienen la misma forma que las células vegetativas próximas. El diámetro promedio de los mismos es de 357  $\mu\text{m}$  ( $S = 56$ ,  $n = 90$ ) y el largo promedio de 218  $\mu\text{m}$  ( $S = 46$ ,  $n = 90$ ).

La relación largo/ancho promedio, 0,62 ( $S = 0,13$ ,  $n = 90$ ), es ligeramente menor que la de las células vegetativas de la porción superior del talo.

Todas las células, excepto la basal, son potencialmente capaces de producir zoosporas. La zoosporogénesis es basípeta, en consecuencia los zoosporocistos maduran en diferentes momentos y la zoosporulación se prolonga por varios días.

El zoosporocisto (lám. 1, fig. 5; lám. 2, fig. 2), contiene miles de zoosporas biflageladas, que una vez formadas se mueven incesantemente en el seno del mismo. Luego de un corto período comienzan a salir individualmente por una o más papilas que se forman tempranamente por gelificación local de la pared de la célula (lám. 1, figs. 6-7; lám. 2, figs. 3-5).

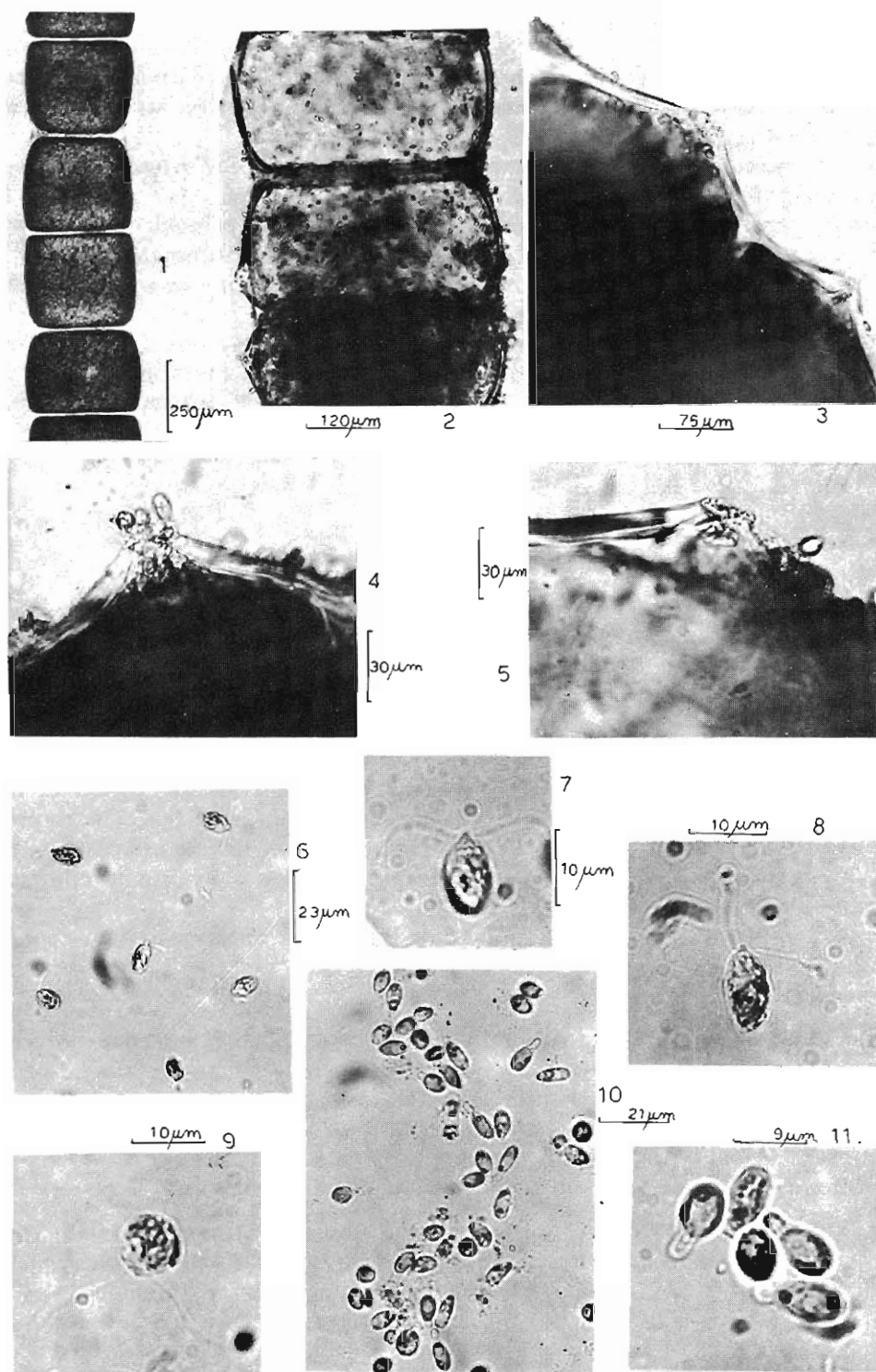
Las zoosporas son ahusadas y presentan una pequeña papila flagelífera en la que se insertan 2 flagelos (lám. 2, figs. 6-8). El plástido en forma de copa ocupa las tres cuartas partes posteriores del cuerpo y está munido de un estigma color rojo-anaranjado ubicado generalmente en posición mediana (lám. 1, fig. 8). El largo promedio de las zoosporas es de 10,4  $\mu\text{m}$  ( $S = 1,08$ ,  $n = 120$ ) y el ancho promedio 5,3  $\mu\text{m}$  ( $S = 0,73$ ,  $n = 120$ ). Una vez liberadas nadan muy rápidamente, luego los movimientos natatorios se hacen más lentos, simultáneamente se van redondeando, hasta que por último se detienen y se fijan al sustrato por su polo anterior (lám. 2, fig. 9).

*Desarrollo y ciclo vital:* Las zoosporas pierden sus flagelos, forman un pequeño disco de fijación y aumentan de volumen. El estigma persiste por varios días (lám. 1, fig. 9; lám. 2, figs. 10-11).

A los 7 días, muchos de los germinantes sufren una primera división perpendicular a su eje y a los 25 días la mayoría tiene entre 3 y 5 células de longitud (lám. 1, figs. 10-11). La relación largo/ancho de las células de los filamentos jóvenes es de alrededor de 6 y el diámetro celular es mayor en la base que en el ápice, a diferencia de lo que ocurre en los talos adultos.

Varias semanas después fue inducida la zoosporogénesis sobre el material proveniente de cultivo, obteniéndose zoosporas biflageladas que desarrollaron del modo ya descrito.

La reproducción de la especie estuvo invariablemente a cargo de zoosporas biflageladas, no habiéndose encontrado otro tipo de elementos reproductivos ni en el material proveniente del campo ni en el de cultivo.



Lám. II — 1. aspecto de la porción mediana del talo. 2: zoosporocistos maduros. 3: detalle de las papilas aún cerradas. 4: zoosporas saliendo del zoosporocisto. 5: detalle de una papila abierta. 6: grupo de zoosporas biflageladas con los flagelos contraídos por efecto del lugol. 7 y 8: zoosporas biflageladas en vista lateral. 9: zoospora apoyándose por su polo anterior. 10: germinantes de 2 días de edad. 11: idem mayor detalle.

### Observaciones ecológicas:

*Chaetomorpha aerea* habita en la franja intermareal alta y en parte de la media sobre sustrato cuarcítico o limoloesoide. Es frecuente hallarla en zonas sujetas a un gran depósito de sedimentos.

La flora acompañante de esta especie está constituida por *Enteromorpha intestinalis*, *E. compressa* y *Cladophora* sp.

La flora epífita es muy abundante y está representada principalmente por *Cocconeis scutellum* y sus variedades, *Rhabdonema arcuatum*, *Grammatophora marina*, *G. gibberula*, *Synedra tabulata*, *Ectocarpus siliculosus*, *Myrionema* sp., *Erythrocladia subintegra*, *Porphyra pujalsiae* y *Ulvea lens*.

Si bien la especie fue hallada durante todo el año, en los meses de enero y junio la población tuvo un desarrollo expansivo que se prolongó hasta marzo y octubre respectivamente. La máxima actividad reproductiva se registró en marzo-abril y octubre-noviembre.

### DISCUSION Y CONCLUSIONES

El diámetro de los filamentos, el largo de las células y la relación largo/ancho de las mismas han sido los caracteres más utilizados para la delimitación de las especies por Collins (1909), Setchell y Gardner (1920) y Taylor (1960) entre otros autores. Kornmann (1972) plantea que las medidas y proporciones celulares aportan poco para la determinación de las especies y que se puede proveer de bases más firmes a la taxonomía del género considerando caracteres biológicos tales como ciclo vital, desarrollo ontogénico, patrón de división celular y crecimiento. No obstante, Blair, et al. (1982) y Blair (1983) señalan que parte de la confusión taxonómica creada radica en la falta de conocimiento de la variación morfológica de cada especie y sugieren que la evaluación de la misma puede dar bases firmes a la circunscripción de las especies dentro del género.

En tal sentido coincido con la opinión de Blair et al. y propongo que la consideración de los caracteres morfológicos sea llevada a cabo de acuerdo con las siguientes normas:

- las mediciones se realizarán sobre un número considerable de plantas provenientes del campo (no menor de 30 plantas por campaña).
- éstas serán tomadas a niveles prefijados del talo adulto a fin de que los datos de diferentes autores puedan ser homologables.
- se obtendrán muestras en por lo menos 4 épocas del año ya que se ha encontrado diferencias significativas entre los resultados de las campañas.

Hartman (1929) y Köhler (1956), según Jónsson (1962), Gayral (1966) y Patel (1971) han considerado que *Chaetomorpha aerea* posee un ciclo de vida digenético con alternancia heterofásica de generaciones isomórficas. Kornmann (1972) y Kornmann y Sahling (1977) afirman en base a sus experiencias de cultivo que esta especie se reproduce únicamente por medio de nadadoras biflageladas que no copulan entre sí y desarrollan directamente. En coincidencia con lo postulado por este autor, varios años de observaciones sobre material proveniente del campo y de cultivo me permiten concluir que la reproducción de la especie bajo estudio para esta área geográfica es estrictamente asexual y se lleva a cabo por zoosporas biflageladas.

El desarrollo ontogénico de los juveniles y el patrón de división celular observado en cultivo coincide con lo descrito por Kornmann (1972).

Hartman (1929) y Sinha (1958), según Godward (1966), y Patel (1971) han realizado recuentos cromosómicos con diferentes resultados. El número hallado en este trabajo ( $n = 10$ ) coincide con el encontrado por Hartman (1929).

#### AGRADECIMIENTOS

La autora desea agradecer a la Lic. Camen Pujals, a la Dra. Alicia Boraso y al Dr. Sebastián A. Guarrera por la lectura crítica del original del presente trabajo, a la Srta. Nora Galván por su valiosa colaboración técnica y a la Srta. Nilda Malacalza por las tareas de dibujo y armado de láminas.

#### BIBLIOGRAFIA

- Blair, S. M., 1983. Taxonomic treatment of the *Chaetomorpha* and *Rhizoclonium* species (Cladophorales: Chlorophyta) in New England. *Rhodora* 85 (842): 175-211.
- Blair, S. M., A. C. Mathieson & D. P. Cheney, 1982. Morphological and electrophoretic investigations of selected species of *Chaetomorpha* (Chlorophyta; Cladophorales). *Phycologia* 21 (2): 164-172.
- Collins, F. S., 1909. The green algae of North America. *Tufts College Studies* 2 (3): 79-480.
- Dop, P. & A. Gautie. Manuel de technique botanique. Ed. J. Lamarre. Paris. 593 pp.
- Gayral, P., 1966. Les algues des côtes française (Manche et Atlantique). Doin-Deren, Paris. 632 pp.
- Godward, M. B. E., 1966. The chromosomes of the algae. Edward Arnold Ltd. 212 pp.
- Jonsson, S., 1962. Recherches sur des Cladophoracées marines: structure, reproduction, cycles comparés, conséquences systématiques. *Ann. Sc. Nat.*, 12 e ser., 3 (1): 25-190.
- Kornmann, P., 1969. Characterization of the *Chaetomorpha* species of Helgoland and List/Sylt. *Int. Seaweed Symp.* 6: 223-224.
- 1972. Ein Beitrag zur taxonomie der Gattung *Chaetomorpha* (Cladophorales, Chlorophyta). *Helg. Wiss. Meeres.* 23: 1-31.
- Kornmann, P. & P. H. Sahling, 1977. Meeresalgen von Helgoland. *Helg. Wiss. Meeres.* 29: 1-289.
- Leonardi, P. I. & E. J. Caceres. Mitosis y citocinesis en el alga dulceacuicola *Enteromorpha flexuosa* subsp. *pilifera* (Chlorophyta). Estudio a nivel de microscopía óptica. *Physis* (en prensa).
- Melander, Y. & K. G. Winstrand, 1953. Gomori's hematoxylin as a chromosome stain. *Stain Technology*, 28 (5): 217-223.
- Patel, R. J. 1971. Cytotaxonomical studies of British marine species of *Chaetomorpha*. I. *Chaetomorpha linum* Kütz., and *Chaetomorpha aerea* Kütz. *Phykos* 10: 126-136.
- Perrot, Y. S., 1980. Recherches sur l'*Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret (Chlorophycées, Ulotricales) des côtes de Bretagne. *Cryptogamie Algol.* 1 (4): 327-353.
- Setchell, W. A. & N. L. Gardner, 1920. The marine algae of the Pacific coast of North America. Part II. Chlorophyceae. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 8 (2): 139-374.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf, 1973. Biometría. H. Blume Ediciones 832 pp.
- Taylor, W. R., 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. Univ. Mich. Press, Ann. Arbor. 870 pp.

Manuscrito recibido en febrero 9 de 1984; revisado en abril de 1984; aceptado en junio 12 de 1984.